

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 270255

(43) 公開日 平成10年(1998)10月9日

(51) Int. Cl. ⁶

H01F 17/06

識別記号

F I

H01F 17/06

D

審査請求 未請求 請求項の数 8

O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-76341

(22) 出願日 平成9年(1997)3月27日

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 中野 敦之

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティー
ディーケイ株式会社内

(72) 発明者 大井 明徳

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティー
ディーケイ株式会社内

(72) 発明者 青木 卓也

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティー
ディーケイ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 阿部 美次郎

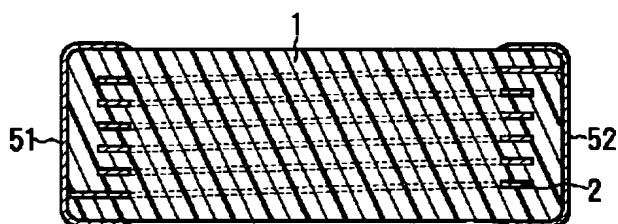
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波チップビーズ素子

(57) 【要約】

【課題】 GHz帯域の高周波成分を確実に吸収できる高域阻止及び低域通過特性を有する高周波チップビーズ素子を提供する。

【解決手段】 絶縁基体 1 と、少なくとも一つの信号導体 2 とを含む。絶縁基体 1 は、フェライト粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材でなる。信号導体 2 は、絶縁基体 2 の内部に螺旋状に埋設されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁基体と、少なくとも一つの信号導体を含む高周波チップビーズ素子であって、前記絶縁基体は、フェライト粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材であり、前記信号導体は、前記絶縁基体の内部に螺旋状に埋設されている高周波チップビーズ素子。

【請求項2】 請求項1に記載の高周波チップビーズ素子であって、低域通過型のフィルタとして用いられる高周波チップビーズ素子。

【請求項3】 請求項2に記載の高周波チップビーズ素子であって、GHz帯域でノイズ吸収特性を有する高周波チップビーズ素子。

【請求項4】 請求項1に記載の高周波チップビーズ素子であって、前記絶縁樹脂の含有量は、前記フェライト粉の重量に対して5重量部乃至90重量部の範囲にある高周波チップビーズ素子。

【請求項5】 請求項1に記載の高周波チップビーズ素子であって、前記絶縁樹脂は、エポキシ、フェノール、ゴム、アクリルまたはテフロン of の少なくとも一種である高周波チップビーズ素子。

【請求項6】 請求項1に記載の高周波チップビーズ素子であって、前記絶縁基体は、相対する両端に一对の外部接続用端子導体を有しており、前記信号導体は、両端が前記外部接続用端子導体にそれぞれ接続されている高周波チップビーズ素子。

【請求項7】 請求項6に記載の高周波チップビーズ素子であって、前記信号導体は、前記端子導体のある方向とは直交する方向に巻き進むように巻かれている高周波チップビーズ素子。

【請求項8】 請求項7に記載の高周波チップビーズ素子であって、フェライト粉及び絶縁樹脂を混合した塗料または厚膜シートと、導体ペーストまたは金属箔とを、印刷技術または厚膜シート積層法等によって積層することによって得られる高周波チップビーズ素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高周波チップビーズ素子に関し、更に詳しくは、GHz帯域でノイズ吸収特性を有する高周波チップビーズ素子に係る。

【0002】

【従来の技術】低域通過型（高域阻止型）の高周波チップビーズ素子は、典型的には、低域通過型フィルタであ

る。従来の一般的な低域通過型フィルタは、インピーダンスの整合と、不整合との間の周波数特性の差を利用し、高周波側の周波数帯域に属する信号を反射させることにより、必要なフィルタ特性を得ている。しかし、反射型の低域通過型フィルタでは、反射された不要な周波数成分がフィルタの前段に戻され、例えば、回路中で予期しない発振を引き起こすことがある。吸収型の低域通過型フィルタは不要周波数成分を吸収するタイプのフィルタであり、反射型の低域通過型フィルタに見られる上記欠点を改善する。

【0003】吸収型の低域通過型フィルタは既に提案されている。フェライトを用いたものがその一例であり、積層型ノイズ対策部品として、広く用いられている。

【0004】積層型ノイズ対策部品は、フェライトである磁性層の内部に導体を埋設した構造をもち、フェライトペーストと、導体ペーストまたは金属箔とを、印刷技術または厚膜シート積層法等によって積層することによって得られる。

【0005】従来の積層形ノイズ対策部品としては、低直流抵抗であるAg及びAg合金と同時焼成する目的で、磁性層を、低温焼結の可能なNiCuZnフェライトを用いたものが知られている。しかし、NiCuZnフェライトは誘電率が10～15程度であり、導体パターン間に発生する浮遊容量が大きくなる。このため、自己共振周波数を高くすることができず、高周波での使用に制限を受ける。

【0006】別の例として、高透磁率材料であるMn系、高周波材料として適したプラナー系などがあるが、焼成温度が高く、また、焼成雰囲気制御などが必要のために、金属内部導体との同時焼成には適さない。

【0007】しかも、フェライトチップビーズの形態を採る積層形ノイズ対策部品の場合、インピーダンスのピークは μ の低い材料を用いても700～800MHz程度であり、GHz帯域でのノイズ吸収はできない。また、インピーダンス値を増加するのに巻数を増加させたり、高い μ 材を使用すればよいが、そのピーク値が低周波側にシフトする。

【0008】別の先行技術として、U.S.P. 4,297,661号は、マイクロストリップをフェライトによって構成した高域通過型フィルタを開示している。この高域通過型フィルタは低域側で吸収作用が発生し、高域側では吸収作用が発生しなくなる現象を利用したものであるが、GHz以上の高周波領域にある不要信号成分を吸収によって抑止することはできない。

【0009】Schiffresは、IEEE Trans Electron Magn Compt. EMC-6 55-61 1964において、フェライトを用いた同軸伝送線路を提案しているが、この同軸伝送線路は主にMHz帯域での特性取得を目的としたものであり、GHz以上の高周波領域での透過特性及び反射特性を開示していない。GHz以上の高周波領域では、やはり透

過が起こるものと思われる。

【0010】高域側で吸収作用のある非磁性材料と、フェライトとを組み合わせ、高周波側でも吸収による信号除去を行なう試みも報告されている。SchlickeがIEEE Spectrum 59-68 1967において提案したEMIフィルタや、BogarがProc. of IEEE 67 159-163 1979において提案した低域通過型EMIフィルタがその例である。これらの先行技術においては、同軸型フィルタの絶縁物の一部を、フェライトと誘電体とを積層することによって構成してある。また、Fialloは、ペンシルバニア州立大学博士論文 1993において、フェライトと誘電体を組み合わせたマイクロストリップ構造のフィルタを提案している。しかし、これらの先行技術においては、多層構造をとらざるを得ず、構造が複雑になる。

【0011】次に、U.S.P. 4, 146, 854号には、フェライトビーズと、金属や樹脂複合部材等である電波吸収体とを用いた減衰素子が開示され、また、特開平4-127701号公報には、非磁性のマイクロストリップ線路の一部に電波吸収物質を用いる技術が開示されている。しかし、いずれの場合にも、電波吸収体もしくは電波吸収物質は、吸収しきれない高周波成分を抑える目的で補助的に使用されているに過ぎない。

【0012】更に、U.S.P. 4, 301, 428号には、適当な電気抵抗をもつ導電性素子と、磁性吸収混合物とを含む電線またはケーブル等が開示されている。導電性素子は、繊維、樹脂、またはガラス等である非導電性コアを、薄い導電金属層で被覆した複合構造を有している。磁性吸収混合物は非導電性であり、導電性素子を被覆している。しかし、信号線路に電気抵抗値を持たせることはノイズ成分の除去のみならず、信号成分の減衰も引き起こしてしまうため、例えば微小信号を扱う用途では問題がある。また、この先行例は電線を開示するものであって、回路素子としての事例は記載されていない。

【0013】特開平8-78218号公報は、強磁性金属粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材である絶縁基体の内部に信号線用電極を設け、絶縁基体の表面にアース用電極を設けた高周波チップビーズ素子を開示している。この高周波チップビーズ素子によれば、1 GHz以上の高周波成分を吸収できる高域阻止及び低域通過特性を有する高周波チップビーズ素子が得られる。しかし、この高周波チップビーズ素子は強磁性金属粉を用いるため、高域阻止周波数特性がシャープであり、阻止周波数領域を拡大するのに向いていない。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明の課題は、GHz帯域の高周波成分を確実に吸収できる高域阻止及び低域通過特性を有する高周波チップビーズ素子を提供することである。

【0015】本発明のもう一つの課題は、阻止周波数領域の拡大された高周波チップビーズ素子を提供すること

である。

【0016】本発明の更にもう一つの課題は、簡素な構造を有する高周波チップビーズ素子を提供することである。

【0017】

【課題を解決するための手段】上述した課題解決のため、本発明に係る高周波チップビーズ素子は、絶縁基体と、少なくとも一つの信号導体とを含む。前記絶縁基体は、フェライト粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材である。前記信号導体は、前記絶縁基体の内部に螺旋状に埋設されている。

【0018】絶縁基体は、フェライト粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材であるから、信号導体を通る周波数信号に含まれる高周波領域の不要な高周波成分を、絶縁基体の吸収作用によって確実に吸収できる。具体的には、1 GHz以上の高周波帯域において吸収作用（高域阻止）を生じ、それよりも低い周波数帯域に属する信号は通過させる（低域通過）高周波チップビーズ素子となる。従って、本発明に係る高周波チップビーズ素子は、低域通過型フィルタとして用いることができる。

【0019】この高周波チップビーズ素子はフェライト粉を用いるため、高域阻止周波数特性がブロードである。このため、強磁性金属粉を用いた場合と比較して、阻止周波数領域が広がる。

【0020】しかも、高周波成分を吸収する絶縁基体がフェライト粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材であり、この絶縁基体の内部に、信号線用電極が螺旋状に埋設された構造であるから、構造がきわめて簡素化される。

【0021】本発明において用いられる複合部材の場合は、周波数の増加とともに透磁率の減少を伴うけれども、これと同時に誘電率も小さくなり、その分だけインピーダンスの変化が少なくなるように寄与して、結果として反射が少なくなる。このため、高周波領域で吸収による高域阻止作用を発揮する低域通過型フィルタが実現でき、反射の少ない高周波チップビーズ素子を得ることができる。

【0022】しかも、強磁性金属粉を用いた特開平8-78218号公報に開示の技術と異なって、フェライト粉を用いているので、フェライト粉の残留損失を積極的に利用し、周波数阻止領域を拡大できる。フェライト粉は多結晶体であり、強磁性金属粉と比較して、広い周波数領域にわたって、残留損失を発生する。本発明は、このフェライト粉の特性を有効に利用したものである。

【0023】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係る高周波チップビーズ素子の断面図、図2は図1に示した高周波チップビーズ素子に含まれる信号導体を強調した斜視図である。図示された高周波チップビーズ素子は、絶縁基体1と、少なくとも一つの信号導体2とを含んでいる。絶縁基体1は、フェライト粉と絶縁樹脂とを混合した複合部

材となる。信号導体2は、絶縁基体1の内部に螺旋状に埋設されている。

【0024】絶縁基体1は、相反する両端部に、外部接続用の一対の端子電極51、52を備える。従って、面実装チップ部品として用いることができる。信号導体2は、端子導体51、52のある方向とは直交する方向に間隔を隔てて巻き進むように巻かれる。各ターンの間隔は、信号導体2を構成する線材の線径以上であればよい。信号導体2は、両端が一対の端子電極51、52のそれぞれに接続されている。

【0025】絶縁基体1は、フェライト粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材となるから、信号導体2を通る周波数信号に含まれる高周波領域の不要な高周波成分を、絶縁基体1の吸収作用によって確実に吸収できる。具体的には、1GHz以上の高周波帯域において吸収作用（高域阻止）を生じ、それよりも低い周波数帯域に属する信号は通過させる（低域通過）高周波チップビーズ素子となる。従って、本発明に係る高周波チップビーズ素子は、低域通過型フィルタとして用いるのに適している。 *

$$S_{11}(\omega) = (1 - T^2) \Gamma / (1 - T^2 \Gamma^2)$$

$$S_{21}(\omega) = (1 - \Gamma^2) T / (1 - T^2 \Gamma^2)$$

$$\Gamma = \{ (\mu_{\text{eff}} / \epsilon_{\text{eff}})^{1/2} - Z_0 \} / \{ (\mu_{\text{eff}} / \epsilon_{\text{eff}})^{1/2} + Z_0 \}$$

$$T = \exp \{ -i \omega (\epsilon_{\text{eff}} \mu_{\text{eff}})^{1/2} x \}$$

と表される。ここで、 ϵ_{eff} は材料の複素実効誘電率、 μ_{eff} は材料の複素実効透磁率である。複素実効誘電率 ϵ_{eff} 及び複素実効透磁率 μ_{eff} は、実際には材料の複素誘電率と複素透磁率に形状の因子を加味したものである。 Z_0 は回路の特性インピーダンスである。

【0031】まず、高周波領域で吸収を起こすためには、透過率Tがゼロに近くなければならない。その条件は $(\epsilon_{\text{eff}} \mu_{\text{eff}})$ が虚数、または実数でマイナスになることである。つまり、 ϵ_{eff} 、 μ_{eff} のどちらかまたは両方の虚数成分が存在し、しかもその値が大きいほど伝送線での吸収が大きいことになる。言い換えれば、材料の損失角 $(\tan \delta)$ が高周波で大きくなることである。

【0032】また、全周波数にわたって反射を小さくする（ S_{11} を小さくする）ためには反射率 Γ がゼロに近くなければならない。従って、 $(\mu_{\text{eff}} / \epsilon_{\text{eff}})^{1/2}$ は全周波数を通して特性インピーダンス Z_0 に近くなる必要がある。

【0033】一方、本発明において用いられる複合部材は1GHz程度から吸収が顕著となり、20GHz以上でも吸収があり、また、誘電的吸収も伴っている。

【0034】一般的に、誘電率 ϵ 、透磁率 μ の実数成分は、吸収のある領域では周波数とともに減少する。このため、吸収がある場合、高周波チップビーズ素子の特性インピーダンス Z_0 は周波数とともに変化し、結果として、反射率 Γ が増加し、反射が顕著になる。

【0035】本発明において用いられる複合部材の場合は、周波数の増加とともに透磁率の減少を伴うけれど

* 【0026】この高周波チップビーズ素子は、フェライト粉を用いるため、高域阻止周波数特性がブロードである。このため、強磁性金属粉を用いた場合と比較して、阻止周波数領域の広い高周波チップビーズ素子が得られる。

【0027】しかも、高周波成分を吸収する絶縁基体1がフェライト粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材となり、この絶縁基体1の内部に、信号導体2が螺旋状に埋設された構造であるから、構造がきわめて簡素化される。

【0028】本発明に係る高周波チップビーズ素子は、フェライト材料の残留損失と、有機絶縁樹脂の低誘電率とを利用している。本発明に係る高周波チップビーズ素子の低域通過及び高域阻止の機構は次の通りである。

【0029】伝送路において、その反射利得 $S_{11}(\omega)$ と透過利得 $S_{21}(\omega)$ は、素子の反射率を Γ 、透過率をTとすると以下の式で表される。

【0030】

も、これと同時に誘電率も小さくなり、その分だけインピーダンスの変化が少なくなるように寄与して、結果として反射が少なくなる。このため、高周波領域で吸収による高域阻止作用を発揮する低域通過型フィルタが実現でき、反射の少ない高周波チップビーズ素子を得ることができる。

【0036】フェライト粉と混合する絶縁樹脂は、特に種類は問わないが、エポキシ系、フェノール系、ゴム系、アクリル系またはテフロン系で良好な特性が得られることを確認している。これらの絶縁樹脂は、単独で用いることもできるし、併用することもできる。これらの樹脂を用いることによって、従来のような高温（約90℃）でなく、100℃～200℃の低温で製品を得ることができるため、焼成温度や焼成雰囲気との制限にとらわれず、絶縁基体1を容易に製造できる。

【0037】絶縁基体1に含まれるフェライト粉としては、各種の材料を用いることができる。例として、Ni-Cu-Zn、Mn-Zn、Mn-Mg-Zn、Ni-Zn等のフェライト材料を挙げることができる。絶縁樹脂は、フェライト粉の重量に対して5重量部乃至90重量部の範囲が好ましい。

【0038】この範囲内でフェライト粉の含有量を変化させることによって、絶縁基体1の μ 及び ϵ を任意に変化させることができ、高周波のノイズ吸収特性を容易に設計できる。

【0039】フェライト粉に対する絶縁樹脂の含有量が90重量部よりも多くなると、十分な減衰が得られない。また、フェライト粉に対する絶縁樹脂の含有量が5

重量部よりも少なくなると、樹脂と均一に混合することが困難になり、部品の強度が低下すると共に、電極間の絶縁抵抗の著しい劣化を招く。

【0040】図1及び図2に示した高周波チップビーズ素子は、フェライト粉及び絶縁樹脂を混合した塗料または厚膜シートと、導体ペーストまたは金属箔とを、印刷技術または厚膜シート積層法等によって積層することによって得ることができる。このため、きわめて量産性に優れたものとなる。

【0041】図3は本発明に係る高周波チップビーズ素子の電氣的等価回路図である。図3に示すように、図1及び図2に示した高周波チップビーズ素子は、端子間51-52に信号導体2によって発生する線路インダクタンスLを挿入した等価回路となる。

【0042】図3の回路によって表現される高周波チップビーズ素子の磁気損失は、線路インダクタンスLに比*

表1

番号	組成		インピーダンス	
	フェライト	樹脂	周波数(MHz)	Z
比較例1	NiCuZnフェライト	無し	736	254
比較例2	NiCuZnフェライト	無し	683	201
実施例3	NiCuZnフェライト	フェノール 10部	1,990	146
実施例4	NiCuZnフェライト	フェノール 15部	2,150	152
実施例5	NiCuZnフェライト	フェノール 30部	2,150	188
実施例6	NiCuZnフェライト	フェノール 60部	1,680	229
実施例7	NiCuZnフェライト	フェノール 60部	2,450	276
実施例8	NiCuZnフェライト	フェノール 60部	3,120	189

【0044】表1の結果から、NiCuZnフェライトのみで、樹脂を含まない絶縁基体を用いた比較例1及び比較例2では、700MHz程度でインピーダンスピークが発生するのに対して、NiCuZnフェライト及び樹脂の複合物でなる絶縁基体を用いた実施例1～実施例6では、1GHz以上の高周波帯域においてインピーダンスピークが発生することがわかる。

【0045】図4は比較例1と実施例6の電磁気的特性を比較して示す図である。図4に示すように、比較例1は、700MHz程度の周波数においてインピーダンスピークが発生する特性を示す。実施例6は、3GHz程度の周波数においてインピーダンスピークが発生する特性を示す。この結果から、樹脂-フェライト複合部材は、フェライト焼結体よりも阻止周波数領域が高いことがわかる。

【0046】図5は磁性金属粉であるカーボニル鉄を用いて作成されたチップビーズの電磁気的特性L2と、NiCuZn系フェライトを用いて作成されたチップビーズの電磁気的特性を比較して示す図である。図5において、横軸に周波数を取り、縦軸にインピーダンス値|Z|をとってある。図5に示すように、フェライト材料を用いることにより、磁性金属粉を用いた場合よりも、広い周波

*例するので、線路インピーダンスLが駆動回路(図示しない)の出力インピーダンス以上となる周波数帯域で、損失が大きくなり、低域通過フィルタと等価な特性を示す。但し、通常の低損失回路素子で構成された低域通過フィルタと異なって、減衰帯域においては、信号のエネルギーを素子内で吸収し、反射させない。このように、小さな粒子径を有するフェライト粉を含有する絶縁基体1の内部に、信号導体2を埋設することにより、広い周波数で大きな磁気損失を示し、しかも、不要な周波数成分を吸収する高周波チップビーズ素子を実現できる。

【0043】次に、絶縁基体1の組成を変えて得られた比較例1及び2と、実施例1～6について、インピーダンスピーク値と、そのときの周波数とを表1に示す。比較例1及び2はフェライト内部に信号導体を埋設したものである。

数帯域でノイズをカットすることができる。このことは、フェライト粉を用いた本発明に係るチップビーズは、強磁性金属粉を用いた特開平8-78218号公報に開示の技術と異なって、フェライト粉の残留損失を積極的に利用し、周波数阻止領域を拡大できることを意味する。フェライト粉は多結晶体であり、強磁性金属粉と比較して、広い周波数領域にわたって、残留損失を発生する。本発明は、このフェライト粉の特性を有効に利用したものである。

【0047】しかも、カーボニル鉄等の磁性金属粉に比べ、フェライト材料は、フェライト系及びフェライト組成の選択幅が広く、磁気的特性を、必要に応じて、広い範囲で設計できる利点を得られる。

【0048】更に、磁性金属粉(カーボニル鉄)と樹脂とを混合させた複合材料(特開平8-78218号公報)の場合、絶縁性を確保するために、カーボニル鉄の表面を酸化処理し、高抵抗膜を形成しなければならない。これに対して、フェライトを用いた本発明の場合は、そのような前処理が不要であるから、製造工程を短縮することができる。

【0049】図6は本発明に係る高周波チップビーズ素子の別の実施例を示す断面図である。図において、図1

～図3と同一の構成部分には参照符号を付して、その詳細な説明は省略する。図6に示した高周波チップビーズ素子は、信号導体2が端子導体51、52のある方向に旋回するように絶縁基体1の内部に埋設されている。絶縁基体1がフェライト粉と絶縁樹脂とを混合した複合部材でなることは既に述べた通りである。

【0050】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、次のような効果を得ることができる。

(a) 高周波領域の高周波成分を確実に吸収できる高域阻止及び低域通過特性を有する高周波チップビーズ素子を提供できる。

(b) 1GHz以上の高周波成分を確実に吸収できる高域阻止及び低域通過特性を有する高周波チップビーズ素子を提供できる。

(c) 素子周波数領域の拡大された高周波チップビーズ素子を提供できる。

(d) 簡素な構造を有する高周波チップビーズ素子を提

供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る高周波チップビーズ素子の断面図である。

【図2】図1に示した高周波チップビーズ素子に含まれる信号導体を強調した斜視図である。

【図3】図1及び図2に示した高周波チップビーズ素子の電氣的等価回路図である。

【図4】比較例1と、本発明の実施例6の電磁氣的特性を比較して示す図である。

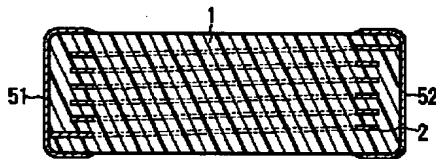
【図5】磁性金属粉であるカーボニル鉄とフェライトとの電磁氣的特性を比較して示す図である。

【図6】本発明に係る高周波チップビーズ素子の別の実施例の断面図である。

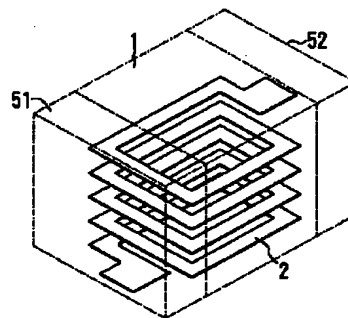
【符号の説明】

- | | |
|---|------|
| 1 | 絶縁基体 |
| 2 | 信号導体 |

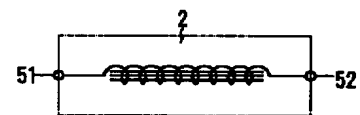
【図1】



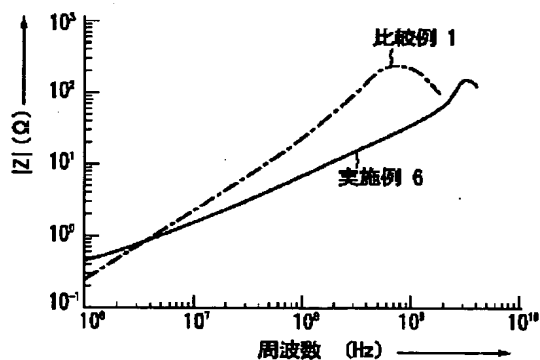
【図2】



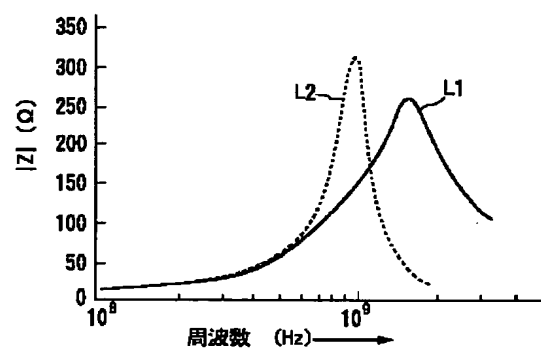
【図3】



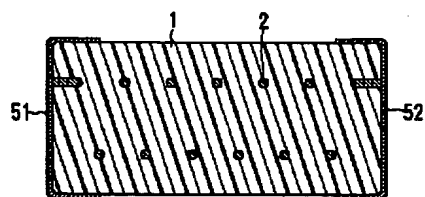
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 高谷 稔

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティ
ーディーケイ株式会社内